統一編號
030858870033

洋蔥加工利用—洋蔥脆片

◎圖、文／鳳山分所楊淑惠

本省栽培的洋蔥品系以甜味系爲大宗，以屏東縣恆春、車城等地爲其主要產區，種植面積超過六百公頃，每年生產量約有二萬六千公噸，但由於外銷量不穩定，加上生產過剩等原因，導致洋蔥滯銷或價格偏低，大量洋蔥被任意丟棄，不但易滋生病蟲，造成環境污染，亦使農民所得損失。

本所爲提高農產品利用率及增進農民收益，以國產洋蔥爲原料，採用眞空油炸方法製造洋蔥脆片，其成品色澤呈金黃色，有強烈的洋蔥風味，口感鬆脆，爲極佳之休閒點心。洋蔥脆片之脂溶性成分如維生素A、E等，經眞空油炸後，約損失15-25%；水溶性成分如維生素C等，經眞空油炸後仍可保留約50-60%的含量，其他醣類及有機酸類含量亦有小幅度的下降。

國產洋蔥脆片成品色澤呈金黃色

行政院農業委員會農業試驗所　ISSN 1017-0863

技術服務

彭作奎

40
88年12月出刊

絲瓜新品系農試181號之育成

◎圖、文／園藝系楊偉正

絲瓜依其果實形狀可區分爲圓筒絲瓜和稜角絲瓜二類，圓筒絲瓜產量較高，品質柔軟，雌花形成深受溫度和日照影響，不抗矮南瓜黃化嵌紋病毒；稜角絲瓜品質較圓筒絲瓜爲佳，且雌花形成早及對日照較不敏感，較抗矮南瓜黃化嵌紋病毒。絲瓜農試181號品系係利用圓筒絲瓜和稜角絲瓜進行種間雜交，經四世代回交和四世代自交後，育成早生、抗病、質優之自交系，再以該自交系和農試圓筒絲瓜自交系雜交，選出農試181號。其具(1)早生、果實端正、果色鮮綠、產量穩定(2)植株生長勢強、早產、高產、雌花形成具節成性(3)果實品質優良、肉質脆綠細嫩、煮後不易變褐化(4)中長日照品種(5)抗矮南瓜黃化嵌紋病毒、木瓜輪點病毒等優點。

第十卷第四期
中華民國八十八年十二月出版

目錄

封面說明：

本所新育成仙草農試1號具株型優美、乾株產量高、再生能力強、扦插成活率高、葉凝膠強度高及多醣膠體含量高等優點，已正式命名並推廣予農民種植。

◎圖、文／農藝系胡敏夫

發 行 人／林俊義
總 編 輯／陳炳輝
編　　審／技術服務季刊編審委員會
執行編輯／楊舜臣、陳盈佑
出 版 者／行政院農業委員會農業試驗所
台中縣霧峰鄉萬豐村中正路189號
電話：(04)3302301
網址：WWW.TARI.GOV.TW
行政院新聞局出版事業登記證局版
臺省誌字第八二七六號
中華郵政中台字第〇七五九號
執照登記為雜誌交寄
印刷者／榮裕實業股份有限公司

＜農業化學＞
02　空間分析之應用與方法
——鄭智馨

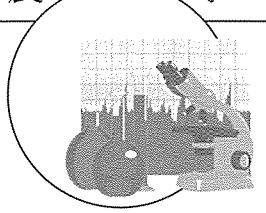
＜試驗設計＞
06　禾穀類及根莖類作物生理試驗——植體分析之取樣差異
——魏夢麗　陳烈夫

＜農藝作物＞
10　豆科作物——翼　豆
——黃惠娟　曹文隆

＜植物保護＞
13　以葉蟎卵大量繁殖捕植蟎
——吳子淦

＜植物保護＞
15　可能入侵台灣的檢疫害蟲（一）——光肩星天牛簡介
——陳淑佩、周樑鎰

＜植物生理＞
21　水稻收穫時葉片之光學特性初探
——吳惠如　楊純明　蘇慕容



空間分析之應用與方法

◎農試所農化系　鄭智馨

一、空間分析之應用

當我們需要研究空間區域時，一開始常碰到的問題常是該如何對研究區域進行採樣，或是採樣時需要採多少樣本才能合理代表該研究區域等問題，而在研究之後又會碰上該如何去解決手邊一大堆錯綜複雜資料的難題，當然可藉由試驗設計計算方式來解決樣點與樣點的關係，不過單單使用試驗設計，並不能夠去解決每個方面的問題，例如採樣設計與空間分佈等問題。因此我們需要另外的方法來解決空間中的試驗資料，這樣的方法即所謂的空間分析(Spatial analysis)方法，影響空間資料的差異即為空間變異(Spatial variability)，空間分析便是用來描述空間變異的技術。

使用空間分析方法能夠幫助我們解決的問題有兩方面，第一，對採樣品質的探討，這包括有合理推算採樣樣本數之大小與描述樣點與樣點的空間結構關係，樣本數的不足會導致實驗沒有代表性，而失去實驗價值，過多的樣本相對的會提高成本，也會失去經濟價值。因此，空間分析可計算樣點與樣點間的空間結構關係，提出合理的採樣方式與適當的樣本數目。第二，可利用已知採樣點的資料對未知採樣點作合理的推估，進而找出研究區域的空間分佈，而對研究區域進行評估與規劃。應用空間分析的方法，它不僅可求得對未知樣點的推估值，也可經其相對應變異值的大小，來反應未知樣點的推估值是否能合理被接受。

現今科學家應用空間分析方法解決的問題包括了有下面幾個方面：

㈠自然資源分析方面：例如地理學者應用了空間分佈理論進行礦產、石油分佈探勘調查，並且用以評估礦產或油田的價值。土壤學者則應用空間分析於土壤中的物理、化學與各種養分成分分析等，並且將研究資料應用在土壤品質管理與決策上。

㈡污染問題分析方面：環境學者應用空間分析於訂定空氣、水質與土壤的污染範圍，並當成環境影響評估與環境規劃之參考。

㈢災害分析方面：地震發生時也可藉由分佈各處的地震儀量測得到的資料繪出整個區域中的地震強度分佈。植物學者

可用以作病蟲害分佈分析等。

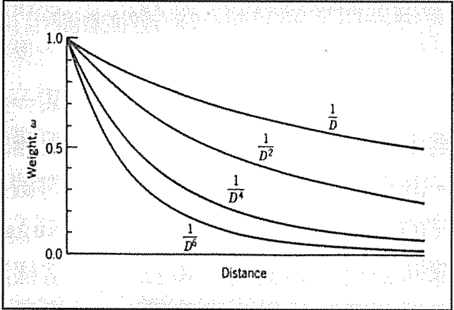
隨著衛星影像與航空照相的出現，地理資訊系統(Geographic information system)與全球定位系統(Global position system)技術的更上層樓，相對的，在得到空間中樣點資料的資訊，也因而變成了十分容易，而且其得到的資料量也相對的精確與增加。因此在作空間分析時如何從這些已知資料中，轉換成可使用的空間分析結構資料，或是經過空間分析計算後的資料轉換給地理資訊系統使用，變成了相當的重要。這樣的發展也對空間分析領域上的發展，造成了更加的重要。

二、空間分析方法

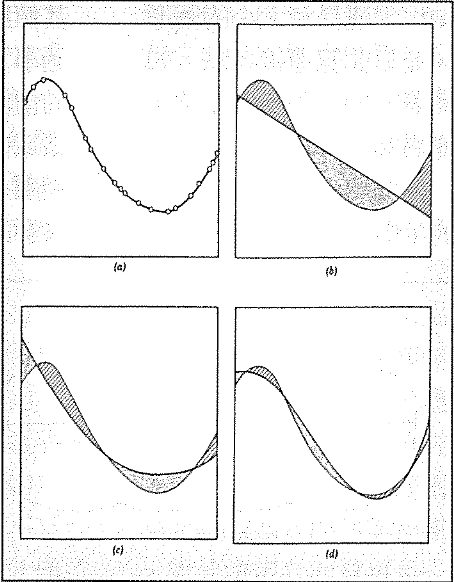
在發展空間分析過程中，有幾個方法比較常用到，包括有㈠反距離權重方程式法(Inverse distance-powered functions)，㈡趨勢面分析法(Trend surface analysis)，㈢地理統計法(Geostatistics)等。其個別作法如下，我們僅針對地理統計法作詳細介紹。

反距離權重方程式法，乃根據推估樣點與已知採樣點的距離關係而給予相反的權重大小，其權重大小可由一次、二次至多次不等方程式求得，乃可根據研究樣區與樣點特性決定。圖一表示反距離權重方程式法隨選用方程式的不同而對應的權重值，其權重會隨方程式項次的增大，使得距離對未知樣點的影響能力愈小。推估未知樣點時，其已知樣點的推估權重總和必須等於1（圖一）。

趨勢面分析法乃利用地理座標(Geographic coordinates)與樣點關係，導出適當多項式，多項式的數值變化趨勢稱為區域自然變化(Regional nature)，多項式與樣點之差為小區域擾動(Local fluctuations)。圖二表示利用不同多項式對於樣點的推估，(a)原來樣點的分佈，(b)一次多項式的推估，(c)拋物線多項式的推估，(d)立方多項式的推估。在此可清楚看出多項式的變化趨勢為區域自然變化，陰影部分為小區域擾動，斜線部分為過多的推估，點狀部分為過少的推估。多項式的決定，同樣根據研究樣區與樣點特性來決定(圖二)。



圖一、選用不同反距離權重方程式得到的推估權重



圖二、應用趨勢面推估法對樣點的推估，(a)實際值，(b)直線推估，(c)拋物線推估與(d)多項式推估

三、地理統計法──以土壤調查為例子

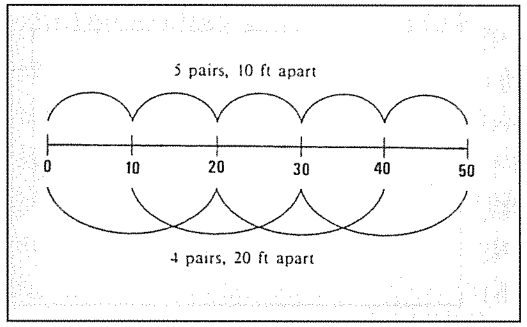
地理統計法的基本概念可敘述如下，即必須要有已知空間位置的某一土壤性質之觀測值，這些資料可由被排列成一條或多條截線路徑(Transect)或是網格(Grid)採樣之採樣結果得到。圖三表示6個觀測值的簡單例子，它們排列在同一條截線路徑上，彼此相距10公尺。首先，計算所有觀測值在相距10公尺的平均變異，其計算式如下：

$$\frac{(第一對數值之差異)^2+(第一對數值之差異)^2+\ldots\ldots(第一對數值之差異)^2}{2\times(成對的數值數目)}$$

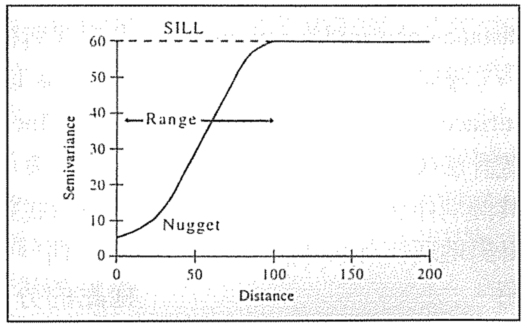
如此得到的計算值稱為半變異量(Semivariance)。計算完各樣點相距10公尺的半變異量後，繼續計算20公尺，30公尺，40公尺等不同距離的半變異量。畫出以X軸為距離，Y軸為半變異量大小的圖形，並以曲線連接各點，如此表示的一張圖形稱為半變異圖(Semivariogram)。

圖四表示理論模式上的半變異圖，可以反應出某一土壤性質與各採樣點距離的空間結構。Y軸上的截距稱為碎塊效應值(Nugget)，直覺的觀察，當樣點距離為零時，半變異量所反應的值應為當時樣點與樣點本身之差異，其值應當是零值才對，不過事實上常會出現大於零的情況，這反應出在研究區域內其原有變異存在之距離，應比現有的所有採樣點的最小距離還要小才對，若重複在原採樣點相同位置進行採樣，仍有碎塊效應值發生，則可能是由於採樣測量的誤差所造成。當圖四曲線成水平時，對應的半變異量值稱為半變異量門檻值(Sill)，門檻值之大小表示在研究區域內的土壤性質的總變異量之大小。若採樣觀測值距離大於門檻值對應下之距離時，則表示並不會再有變異量增加之現象。門檻值所對應下之距離稱為距離範圍(Range)，在採樣距離小於距離範圍時，則會隨著採樣點彼此距離之增加而使其半變異量的值增加，一旦彼此採樣距離超過距離範圍時，則不再有半變異量的增加。(圖四)

在地理統計法的半變異圖研究中，可利用數學方程式求得其最佳模式，



圖三、相對距離10與相對距離20觀測點之配對數



圖四、應用地理統計之半變異圖

並對研究地區尚未採樣點之土壤性質加以推估的方法，稱為克利金法(Kriging)。地理統計分析還可使用於空間不同方向的方向變異，即所謂的非等向性分析(Anisotropy analysis)。因此，使用地理統計法，除了能表現其具有的基本特性外，其對於土壤調查上更具有很大的應用。以下舉兩個例子用來說明如何使用地理統計方法，並應用於土壤調查上。

第一個例子是描述土壤繪圖單位下的土壤仍會有隨機變異的存在。在一個土壤圖中，裡面包含了一個中等深度(50-100cm)的土壤，與另一深度較深(100-150cm)的土壤。在傳統的土壤圖中，僅具描述不同深度土壤的土壤特徵，或是可能會在製作地圖時區分兩個不同深度土壤的地形差異，而它無法用於當我們想知道在某一定的距離下，其對應的土壤深度之範圍到底為何。因此當我們得到一個採樣點，其土壤深度為55cm時，是否能在其20公尺範圍內找出土壤深度會大於100cm的呢？或者非得在其100公尺外才能發現土壤深度高於100cm的呢？這問題可由半變異圖形之結果得到答案。假設圖四為某一調查區域森林土壤深度的半變異圖，X軸的距離單位為公尺，因此可以知道土壤深度的距離範圍值稍高於100公尺其最大土壤深度變化則會發生在採樣相對距離在100公尺以上的地方。明瞭某土壤性質的距離範圍值之後，就可知道該土壤性質的最大值、最小值與平均值，和其變異發生時之距離。

第二個例子是應用於森林土壤之截線路徑採樣點的分析上。大多數的土壤科學利用截線路徑方式來進行採樣，用以推估土壤繪圖單位下的土壤性質或其含量。某些土壤學者使用統計分析方法，去推估預測數值之信賴區間。雖然以信賴區間或變方分析法，在傳達土壤性質變化之訊息上十分有幫助，不過我們必須記住，這些統計方法的假設條件均是觀測值為相互獨立且不互相影響之前提下。因此僅在觀測值的彼此相對距離大到超過半變異圖下的距離範圍(Range)時，才能符合這些條件。若觀測值的彼此距離小於距離範圍，則採樣點之土壤性質會有相關存在，推估值的信賴區間則會較窄。所以事先知道調查研究區域內某些重要土壤性質的距離範圍，可以幫助我們在截線路徑之採樣點分佈及距離之決定有幫助。

四、結 論

空間分析方法可被用來描述空間變異，幫助我們建立樣區性質與空間距離的彼此關係，這些資料對於需要研究空間區域時是相當有用的。空間分析方法也可以幫助我們在採樣時決定樣點的相距位置，這一點對於信賴區間而言，為一重要考量因子。採樣點如過近，則信賴區間範圍會傾向過小，在調查採樣過程中若忽略這點，也會花過多的時間與精力在相類似的調查中。應用空間分析方法繪出研究區域的空間分佈，進而對研究區域進行評估與規劃，對於決策者而言更是一個相當有幫助的工具。

禾穀類及根莖類作物生理試驗

植體分析之取樣差異

◎農試所農場室 陳烈夫
農試所農藝系 魏夢麗

作物的產量主要是由光合產物之運轉、累積所決定。一般維持作物生殖生長長期的高度光合能力可以獲致高產量。但實際上並不如此簡單，因爲其中不僅涉及到作物本身光合能力的機構，同時亦涉及到光合產物供、需關係及彼此之間運轉，以及受其他許多尚未明瞭的因子所影響。因此，探討供源(source)與積儲(sink)關係爲作物生理試驗中相當重要的課題之一。有關供源積儲和產量關係的研究很多，而以生育期較短的禾穀作物獲結果最爲豐碩。至於生育期較長之根莖作物，在供源與積儲關係方面的探討就顯得乏人問津了。就禾穀作物生產的觀點而言，高生產力的作物品種即具有較高的乾物質生產量及乾物質可有效分配到經濟上可收穫生殖器官的特性。但對根莖作物而言，其營養器官的地下莖或根之一部分積聚多量之澱粉及其他多醣類物質，形成塊根或塊莖，而成爲主要收穫部位。由於根莖作物在其全生育期中地上部莖葉及地下部塊根、塊莖兩者之間的生長，保持有相互對立之關係存在，因此對於其供源與積儲關係的探討上，是否也能以禾穀類作物生理試驗所既有的理論基礎，來進行植體分析，是值得吾人思考的問題。

禾穀類作物經由外在器官的生長形態可以被明確劃分成各種生育期及收穫期。以水稻及玉米爲例，水稻的一生從種子萌芽到新的種子形成，可以分爲四個時期，即爲秧苗期、營養生長期、幼穗形成期和穀粒充實期。水稻在秧苗期和營養生長期主要

是累積光合產物，爲生殖生長準備必要的物質基礎。水稻的幼穗形成期和穀粒充實期，爲幼穗、穎花、穀粒等生殖器官生長發育的時期，稱爲生殖生長期。這個時期除繼續吸收養分成長植物體外，主要是將光合產物轉化、運輸到穀粒。水稻在完成了一定的營養生長以後，即開始轉入幼穗形成的生殖生長期。其實這兩個時期之界限往往不很明顯。由於水稻多在分蘗增加開始停止時，即爲最高分蘗期時幼穗開始分化，因此一般認爲最高分蘗期是營養生長終期，幼穗開始分化是生殖生長的始期。從水稻的外表上來看，營養生長期和生殖生長期頗不相同。營養生長期主要向橫的方向擴展，地上部不斷生長新葉和分蘗，根部主要在近地表的平面上伸長，葉色濃綠。到生殖生長期則轉向縱的方向生長，根部向下深扎，莖稈向上伸長，葉色也逐漸由濃綠轉爲淡綠，同時莖生長點由半圓形縱伸成圓錐形。因此由水稻的一生形態形成的過程，我們可以清楚且分別探討各時期的生理現象，分析水稻在各生長期不同器官內的非構造性碳水化合物、氮素含量及乾物累積量，利用此資料再予計算後，可知抽穗前預儲於營養器官內物質對穗部的貢獻，並進行水稻光合成物質的供需關係及產量研究。在玉米方面，玉米的發育過程可分爲營養期(vegetative stage, V)及生殖期(reproductive stage, R)階段。營養期又可分爲若干階段，V1、V2至Vn等，這是以長出第一葉、第二葉到抽穗前第n片葉來區分，以該葉片葉舌完全清楚可見爲標準。VE及VT各爲出土期及雄花穗抽出期。生殖期也可分爲六個階段(R1～R6)。玉米植株同樣也可以由吐絲期前的乾物質及氮素含量多寡，來決定營養生長的表現，因此可以分別於吐絲前後進行取樣試驗，以瞭解玉米子粒充實期間的生長、代謝及產量表現。

根莖類作物的供源與積儲間之關係則遠較禾穀作物來得複雜，以旋花科之甘藷及天南星科之芋爲例。甘藷以植苗法行營養繁殖，甘藷苗期主莖最先伸出，在主莖之葉脈處行成腋芽，由腋芽之伸長形成分枝，莖節內部的根原基發育成不定根，不定根可分化爲不同形態特徵之鬚根、鉛筆根及塊根三種，塊根爲莖葉所產生大量光合產物之積儲部位，因此地上部莖葉生長發育適當與否，對甘藷塊根收量影響很大。通常當地上部植株莖葉變黃，下位葉達脫落狀態時爲適當收穫期。本省氣候溫暖，甘藷莖葉常年保持綠色，外觀上無明顯的收穫指標，很難作明確的判定。就科學的觀點來說，以塊根澱粉含量及乾物重最高時即爲甘藷成熟期。就一般情況而言，甘藷種植後5~6個月即可收穫，此時若不採收，則塊根收量不增澱粉含量漸減，而繼續抽出新芽、生出小薯，進入另一個生育期。另一根莖作物之芋的地下部球莖爲主要的食用器官，供繁殖用的球莖稱爲種芋，種芋栽植後，發根生葉形成新的植株，植株基部形成短縮莖或謂變態莖，隨著植株生長逐漸膨大而形成球莖，成

爲母芋或稱芋頭。母芋每環節上均有一個腋芽，可以形成小的球莖稱爲子芋。臺灣目前栽培最多的芋品種爲檳榔心芋，以中南部地區栽培最多，多在秋末冬初種植，當芋植株自移植後8~10個月時，球莖乾物生長可達高峰期，此時若不採收，仍任其留置在田間，則原本爲積儲組織的母芋重量不增反減而轉變爲供源組織，新生芋葉接受由球莖所提供之養分繼續生長，將導致芋植株進入另一個生育期。另外，若不切除母芋節位上所分生的子芋，子芋的頂芽也會生新葉並在莖節上發新根。由此可知，探討根莖作物的生長發育及生理代謝，必須考慮其不同的生育期相互重疊時期，以及長時間的生育期所遭受到的外在環境因子之影響。

由於作物在生長型態及生理特性有極大的差異，因此對於生理試驗的植體分析，在取樣時所必須考量的問題就更多了。茲以下幾個重點來加以說明：

㈠由於禾穀類作物生理試驗的植體分析之取樣時間可以根據生育階段作明確劃分，故無論是依播種後或移植後的天數，還是根據營養生長及生殖生長期不同階段進行取樣分析測定，都能分別探討作物在各個生長階段下的生理代謝、栽培施肥管理或供源與積儲能力平衡之關係。然而根莖作物在發育過程中，若要根據植株外在形態或生育日數來判斷塊莖、根發育或進行取樣，是相當困難的事。但是，若能利用在禾穀類作物上開發頗爲成功的有效積溫法或乾物質生產分配係數比率，來進行根莖作物生活史中各生長期的劃分，應該是一個值得嘗試的方向。例如利用甘藷在其整個生育期中地上部莖葉及地下塊根的乾物質生產分配係數比率，可大致將甘藷之生活史歸納爲三階段：莖葉增長及塊根伸長時期、莖葉生長旺盛及塊根肥大並行時期、成熟收穫期(即塊根澱粉含量達最高時)。又根據芋植株的各部位乾物質生產及分配係數比率，大致可將芋之生活史分爲四階段：生長初期、地上部生長旺盛期、球莖快速膨大期、球莖成熟收穫期(即球莖重量達最大時)。

㈡在進行禾穀類作物之生理試驗時，通常都會針對每一個生育期的葉片、葉柄、莖部、根系做完整的調查取樣分析。如此才能有效地探究出作物整個植株的供源積儲關係。但是根莖作物中的芋植株地下部主要爲肥大的球莖，著生在母芋下部環節上的鬚根群，主要分佈在球莖周圍30公分土壤中，長者可達1公尺，故很容易在植體取樣時遭受破壞而導致不完整，因此在其他非生理試驗中大多會被省略不計，此對生理試驗植體分析是否會造成結果偏差，以及如何評估其影響程度，值得留意。

㈢葉面積指數(leaf area index, LAI)在作物生長分析上爲評估乾物質生產及分配效率的一個重要介量。增加水稻抽穗後之LAI、延緩葉片老化或者延長至收穫之時間，都能增加穀產量。正常發育之葉片不易脫落，除非葉片受到傷害或老化。而葉片脫落常伴隨著旺盛之代謝作用，而非一般所認爲之代謝作用減緩。因此進行生理試驗之植體分析時，應該要將正常葉片及枯萎葉片分開調查。禾穀作物在營養生長期內之葉數大致固定，因此在執行取樣上並無問題。但是由於根莖作物之植株大都爲無限生長型，老葉及新生葉更迭不斷，因此增加了試驗執行上的困難度。

㈣在進行禾穀作物試驗的植體分析時，由於植株分櫱可能會造成供源再分配的問題，因此可以利用行株距控制等之栽培管理方式，來減少及避免分櫱產生。但是根莖作物中的芋作物，以行株距控制分生子芋的效果並不可行，因此在進行植體分析時應該同時將母芋及子芋分開調查，才能確實掌握住芋作物光合物質運轉及累積的方式。

㈤由於根莖作物的生長習性，若要進一步探討分櫱處理對於供源積儲關係的影響，則還得考慮其他影響因子，例如作物的生長季節及取樣時期等。譬如本省環境全年均可栽植檳榔心芋，但不同種植月份下之外在環境氣候，會影響其乾物質累積過程及分配效率，使得各生長階段於不同種植期所能持續的時間有極大的差異。本省中部地區若於11月或1月間種植水芋，地上部生長旺盛期可達3個月，但於7、9月間種植則觀察不到明顯地上部生長旺盛現象。不同種植期的球莖快速膨大期則都持續3～4個月，但球莖膨大速不一，而以1、3月種植期最快，7、9月種植期最慢。因此，進行根莖作物之供源積儲關係研究時，還必須考慮到不同栽培季節下的生長環境所造成的差異。

綜言之，由於禾穀類作物與根莖作物在生長型態及生理特性上有極大的差異，因此不能單純地以禾穀作物生理試驗的觀點及基礎爲出發點，來執行根莖作物生理試驗的植體分析取樣。研究根莖作物之供源積儲關係所必須面臨的問題及考慮的層面，遠較禾穀作物來得多而複雜，如上述所提。在此，我們不可能就各種可能發生的問題提供明確的解決方案，試驗者唯有對所研究的根莖作物之生長習性有充分之瞭解，並針對上述有關植體分析取樣上應特別注意的問題，事先作周詳的規劃設計，才能避免研究上的困擾，而獲致完整客觀且可以信賴的試驗結果。

豆科作物──翼豆

◎農試所農藝系　黃惠娟　曹文隆

翼豆(Winged bean)爲二倍體自花授粉豆科植物，*Posphocarpus*屬，原產於非洲及東南亞，爲含高量蛋白質的熱帶作物，其中一物種*P. tetragonolobus*植株生長較爲繁茂，生產力高，現已普遍成爲分佈於亞洲熱帶地區的食用作物，如印度、孟加拉、斯里蘭卡、馬來西亞、巴布新幾內亞(Papua New Guinea)、奈及利亞及爪哇等均有栽培，而在西非許多國家亦爲普遍栽培之作物，另在非熱帶的日本、美國、瑞士、荷蘭及中國大陸等國均有栽培管理及育種試驗的報告，期望能選育出更適合溫帶地區種植的品種，像在日本進行對光週期及溫度不同處理之試驗，以選育出感光性、感溫性鈍感之品種。而這些國家近幾年來也著重對其營養成分的探討及分子遺傳方面的研究，目前均已陸續發表許多相關報告。

翼豆因其特殊莢果形態而得名，其莢果有四稜羽狀的突起，似飛翔之翅膀，故名翼豆，另因形態又似羊角或龍鬚，故又稱羊角豆(Goa bean)，龍鬚豆(Asparagus pea)，或四角豆(Four-angled bean)，在台灣亦有因其羽狀突起似楊桃果瓣，又稱之爲楊桃豆；而台灣根據記載是早自1910年即引進，目前本所農藝系所保存的12品系，則爲1976年由當時農復會自日本及美國所引進的種原。

一、應用價值

已知翼豆爲一高蛋白質含量的作物，整棵植株蛋白質含量約爲22－34%，果莢含量爲25－30%，種子爲32－42%，塊莖爲16－19%，以在中國大陸1991年育成的優良早熟品系He85－6爲例，種子之蛋白質含量37%，乾葉中含26.1%，塊莖16.4%，而100公克新鮮種子中離胺酸(Lysine)含量爲3.0公克，油分是14.1%，(其中87%爲不飽合脂肪酸，利於做爲食用油)，種實中並富含維生素D及E，故翼豆之營養價值極高，且整棵植株除了地上部莖外，全株皆可食用，另外亦可做爲綠肥，牲畜類飼料，故可稱之爲能源(資源)作物實不爲過，其用途如下：

㈠庭園作物：蝶形花科，花色鮮豔有藍、黃、紫三種，加上果莢形態特殊，且植株生長相當繁茂，可做爲攀緣的蔓性景觀作物。

㈡蔬菜用：前述已知翼豆全株蛋白質含量豐富，其嫩莢、嫩葉均可做爲蔬菜食用，可生吃或水煮，另亦有利用葉及花瓣做爲沙拉或沾粉油炸來食用。

㈢種子用：種子蛋白質含量高，食用方式似大豆可磨成豆漿，或種子直接煮爛食用，惟其相當硬實，需長時間的烹煮；另有發酵加工做成乾酪狀食品。油分含量亦發現達20%，可朝榨油方式生產。

㈣塊莖：有些品種具有塊莖，在播種後4－8個月即可採收塊莖，其爲根莖作物中惟一富含高蛋白質，食用方式如甘藷。

㈤飼料作物：全株均可做爲牲畜類飼料。

㈥覆蓋作物：不搭架種植時，其匍匐地面枝葉生長旺盛，覆蓋力強可防土表水分流失。

㈦綠肥作物：將植株翻犁至土中時，可增加土壤中氮素含量，爲恢復地力之良好綠肥。

㈧輪作或間作：輪作可防止地力的衰退，並防止病蟲害的嚴重滋生；間作可增加農民之收益。

二、植物形態

㈠生長型態：多年生蔓性草本豆科蝶型花亞科(圖一)，常攀緣他物，或覆蓋地面。

㈡葉：羽狀三出複葉，小葉呈卵形、菱狀卵形或長橢圓卵形，4-8cm×6-10cm。

圖一、翼豆之植株

㈢種子：種子形態似大豆，有球形、橢圓形，臍突起且明顯，顏色有白色、黑色、棕色、黃色或斑點，百粒重15－25公克。

㈣莖：大多數呈塊莖狀，富含蛋白質，在地上部開花結果枯萎後，其地下部可越冬再發新的嫩芽。

㈤根：具根瘤，固氮效果佳。

㈥花：腋生，呈總狀花序，台灣現有的種原花色均爲淡藍紫色，花萼筒狀，雄蕊十枚二體。

㈦莢果：長約7－20cm，具四條羽翼狀之突起，種子5－20粒不等。不同品種(系)間，莢果型態變化大(圖二)。

圖二、翼豆不同之莢果型態

三、栽培方法

翼豆若爲食用，通常採用枝柱支撐，類似豌豆、四季豆等之搭架生產方式，而以收穫塊莖爲目的時，行株距需10－20cm，並進行剪枝及疏花可使塊莖增大；而若爲飼料用、綠肥用或輪作、間作，則可直接播於田間，有時亦被種植田埂上。

翼豆目前在台灣極少栽培相關之記錄，依據在本所種植之經驗及國外文獻之記載，可歸納如下：

㈠除積水或排水不良的土壤外，翼豆對土塊的條件並不苛求，具廣泛適應性，且因根部根瘤菌的固氮作用，可在含氮量少之土壤中生長。

㈡在3－4月梅雨季時播種，播種後約55－90天才開花，品種之間差異極大，晚於6月播種時，營養生長期延至120天左右。

㈢利用作高畦或生長期間進行培土來增加產量。

㈣因幼苗期生長緩慢，需注意雜草之控制，營養生長後期因溫度高，造成生長非常快速、旺盛。

㈤病蟲害危害的記錄不多，因一般均採行混植，間作或輪作栽培，很少有嚴重病害發生，但若單獨種植則可能會增加蛾類幼蟲，紅蜘蛛等危害。

四、生產可能之限制

翼豆雖有前述多項的利用價值，但要在台灣推廣栽培，必需注意以下三點：

㈠在台灣因栽培相當少，尚無充分、適當的栽培管理方式，且目前本所保存的種原不多，其果莢產量也不高。

㈡台灣夏季溫熱高濕，若大面積或長時間栽培，恐生嚴重病害，所以應儘量採行間作或輪作方式種植。

㈢種子含高量蛋白質，但目前已發現含有高量單寧(Tanins)，單寧爲多酚類化合物(Polyphenolic compounds)，會造成蛋白質的水解及聚集沈澱，而降低食用蛋白質的品質。另外翼豆種子相當硬實，雖美味但需長時間烹煮。

目前針對翼豆種子高單寧含量之問題，在荷蘭(1997年)已有學者利用*r*射線進行誘變育種，誘導選育出低單寧含量之品系，而且在翼豆多用途的情況下，並非只利用種子或豆莢，故翼豆仍爲深具發展潛力的新興作物，惟需再多參考其他地區之相關文獻報告，以引進更多可利用性之種原。

以葉蟎卵大量繁殖捕植蟎

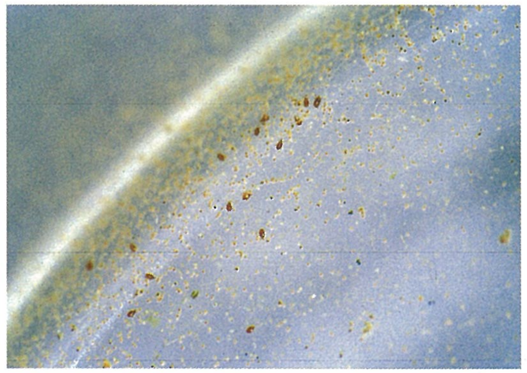
◎農試所應動系　吳子淦

以捕植蟎防治葉蟎的作法，經由農業試驗所多年來的推廣應用，在許多作物上都呈現出相當好的效果，大幅減少殺蟎劑的使用量，深獲各界好評。然而因爲受限於人力、經費、及技術，無法單由農試所一個單位提供田間所需要的捕植蟎數量，因而藉由與相關農業單位合作或輔導農友自行繁殖的方式，擴大捕植蟎的釋放面積。然而最終也是因爲相同的原因，使釋放面積還是受到限制。

目前使用的大量繁殖捕植蟎的方法是先利用水稻育苗箱種植青皮大豆，以水耕方式栽培豆株，待眞葉展開後，即接種二點葉蟎。在10至20天後，再將捕植蟎接入。再經14至20天後，捕植蟎繁殖至適量時將豆株剪下。剪下來的豆株裝袋運到釋放地點，連同豆株撒到田間，防治葉蟎。由種植大豆到收穫捕植蟎，歷時約一個月或更久。在這段期間內需要注意大豆生長、葉蟎密度、及捕植蟎增長的配合是否恰當，也容易因飼育環境變化，導入不可預期的因素，如蚜蟲在大豆植株上繁殖或病害侵入，使最終捕植蟎的收穫量不容易控制。

由於捕植蟎最主要的取食對象是葉蟎卵，若能以葉蟎卵直接餵食捕植蟎，則具有下述的優點。第一，整個飼育環境將很單純，不容易受到外界環境變化的影響，不需要有太大的飼育空間，又容易操作。第二，捕植蟎個體細小，外形相似，容易互相

圖一、利用水洪方式所得到的葉蟎卵（余志儒攝）



圖二、以葉蟎卵大量繁殖的捕植蟎（余志儒攝）

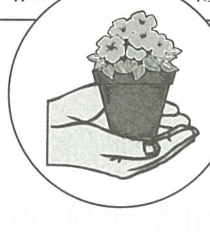
混雜。基於研究目的，或是要維持多種但是少量的捕植蟎作爲種源時，必須給予完善的隔離。爲達到這個目的，以葉蟎卵餵食幾乎是唯一的選擇。因此發展大量收集葉蟎卵的方法是必須的。

農業試驗所已成功的發展一套適合臺灣環境的水洗方法，可以將葉蟎及葉蟎卵由豆株上分離出來。其方法是先種植葉蟎的食物--大豆，繁殖葉蟎，再進行水洗。每一塑膠盤種植150棵植株。在28℃下7天後就可以接入葉蟎卵。將葉蟎卵裝在胡椒瓶中，依一盤大豆接上0.03克葉蟎卵的比例，均勻撒至大豆植株上。在28℃下接種7天後就可以開始將大豆植株剪下水洗。愈晚剪下水洗，所得到的葉蟎卵中將混有愈高比例的幼蟎。剪下的豆株放入裝有水的桶中，由空氣壓縮機送入空氣，在水中形成氣泡。藉由水中氣泡使大豆植株在桶中翻滾，使葉片上的葉蟎及卵被帶到水中。在水洗過程中，桶中的水不停的經由出口流到一套不同孔徑組成的篩網中。水洗過程只需要15至20分鐘。水洗結束後就可以在不同孔徑的篩網中發現不同齡期的葉蟎以及葉蟎卵。將得到的葉蟎卵風乾後，回收的重量約爲原先接種卵重的4至5倍。以1/4量作爲接種源，撒到新大豆植株上，餘下的部份就用來飼育捕植蟎。利用這套方法，可在大豆植株上接種最適量的葉蟎卵，繁殖出最大數量的葉蟎，然後產下最多量的卵，因此能得到最大的效益。

利用這套方法，也很容易進行捕植蟎大量生產及商業化包裝。洗下的葉蟎卵最長可以冷藏14天，冷藏七天內的葉蟎卵是捕植蟎的最好食物。若每兩天供應一次葉蟎卵，以長尾捕植蟎(*Amblyseius herbicolus*)及少毛捕植蟎(*Amblyseius asetus*)爲例子，它們會以每10天至少增殖10倍的速率，由數十隻開始，在一個月內繁殖到數萬隻以上。之後，由於飼育容器中僅只葉蟎卵殘殼及捕植蟎而已，相當單純，只要將填充物如蛭石或稻殼混入搖勻，倒入適合的容器，加以包裝，就是很好的「商品」。

洗下的成蟎或幼若蟎也有另外的用途，可以用來飼育小黑瓢蟲(*Stethorus aptus*)。小黑瓢蟲也是有效的葉蟎天敵，常出現在柑桔、楊桃等重要果樹上。發生周期與果樹上的葉蟎數量非常配合。喜歡捕食活動期的葉蟎，和喜歡捕食葉蟎卵的捕植蟎在食性上剛好互相配合，彼此互補。往後若能在田間搭配釋放此兩種葉蟎的天敵，應該會達到最理想的防治效果。依據文獻記載，還可以在更多的作物上發現小黑瓢蟲。顯然需要小黑瓢蟲效力的地方也相當多。

利用水洗葉蟎卵的方法可以同時繁殖捕植蟎及小黑瓢蟲。一種系統具有多種功能，毫無浪費，天敵生產成本自然降低。此外，商業化的水耕器材歷經多年的發展也已趨成熟，因此若能再擴大規模，進行商業化生產，將可使天敵的生產成本更爲低廉。



可能入侵台灣的檢疫害蟲(一)

光肩星天牛簡介

◎農試所應動系　陳淑佩、周樑鎰

光肩星天牛屬於鞘翅目天牛科，對林木的爲害除造成木材降等之損失、生長量下降及林木壽命縮短外，由於其生活隱蔽、成蟲期長、寄主衆多、自然控制能力少、被害植株因耐害性較強或立地環境較佳而長期存活以致蟲源幾乎到處存在及林木的高大及侵入林地後，族群即可得穩定的發展等特性，更增防治此蟲的困難。隨著國際間貿易及交通的發達，一旦此類檢疫害蟲入侵時，將造成國內的重大損失，故簡介光肩星天牛的生態及防治等基本資料以作爲訂定檢疫政策及第一線檢疫人員之參考。

一、中文名:光肩星天牛、柳星天牛。

學名：*Anoplophora glabripennis* (Moydvh.)。

分類地位:鞘翅目(Coleoptera)、天牛科(Cerambycidae)。

英文名：Asian longhorned beetle, starry sky beetle。

二、寄主植物

光肩星天牛寄主植物包括楊屬(*Populus* spp.)、柳屬(*Salix* spp.)、槭屬(*Acer* spp.)、榆屬(*Ulmus* spp.)、桑屬(*Morus* spp.)、梨類(*Pyrus* spp.)、櫻花(*Pxunus salicina*)、懸鈴木(*Platanus orientalis*)、泡桐(*Paulownia fortunei*)、沙棗(*Elaeagnus angustifolia*)、七葉樹(*Aesculus hippocastanum*)、洋槐(*Robinia pseudoacacia*)等百餘種樹種及品種。

三、地理分布

中國大陸、韓國、日本、美國。

四、生物學資料

一年發生一代或二年一代。卵、卵殼內發育完全的幼蟲、幼蟲、蛹均可越冬。一年發生一代者多以1-3齡幼蟲越冬，占總蟲數80%以上；二年一代的族群多以卵及卵殼內發育完成的幼蟲越冬。越冬的老熟5齡幼蟲，翌年直接化蛹。其餘越冬的幼蟲於3月下旬開始活動取食，4月底5月初開始在被害植株內的隧道上部作蛹室。蛹室爲橢圓形，略向樹幹外部傾斜。前蛹期約9-39天，平均21.8天，6月中、下旬爲化蛹盛期。蛹期爲13-24天，平均19.6天。

成蟲羽化後，仍在蛹室內停留6-15天，然後以

大顎咬破木質部與樹皮，形成一個直徑約0.95cm之圓形羽化孔而飛出，羽化孔多在侵入孔的上方。成蟲於6月上旬開始出現，6月中旬至7月上旬爲飛出盛期，直至10月上旬，其壽命20-40天。成蟲一日的活動期間自6時至18時，以8-12時爲活動高峰期，當陰天或氣溫達33 C°以上時，成蟲喜棲息於樹冠叢枝內或陰暗處。成蟲主要取食植株的葉片、葉柄和嫩樹皮以補充營養，被害嫩枝直徑多在1.8cm以下，故植株受害後易造成風折或枯死。成蟲補充營養後2-3天進行交尾，成蟲一生可交尾數次，成蟲產卵高峰期於8-14時，平均產32粒卵於6-7月，9-10月所產的卵至翌年才孵化。成蟲喜於樹高4-5公尺處、直徑3-6cm的枝幹和萌生枝條密集的樹幹上產卵。產卵時，成蟲先用大顎咬出一個橢圓形刻槽，刻槽的深度，僅將老樹皮咬掉，槽深及形成層。槽刻好後，雌成蟲頭部向下，腹部朝上把產卵管插入樹皮內，深至形成層及木質部之間，然後單產一卵。產卵後，木質部與形成層之間開始變黑，進而刻槽向四周腐爛呈水漬狀，腐爛的深度則以使幼蟲孵化後能在其中活動爲主，將孵化時，刻槽腐爛的邊緣又癒合起來，內面乾燥。孵化後的1-2齡幼蟲僅取食腐爛部分的皮層和木質部邊緣並由產卵孔排出過多的蟲糞，3齡後則蛀入木質部，沿枝幹向上蛀食，其蛀食的隧道長約16cm並造成流膠及排出大量木屑。幼蟲期共5齡，幼蟲老熟後，從鑽食隧道末端向樹皮的方向開始咬一個橢圓形的小孔並將絲狀的木屑塞入隧道中，此小孔即爲蛹室。幼蟲於蛹室內化蛹，蛹在蛹室內頭部向上，腹部朝下，成蟲羽化後，用大顎咬一羽化孔而飛出。

五、偵測與鑑定

㈠危害癥狀

光肩星天牛幼蟲寄生於健康的植株上，從樹幹基部開始，直到直徑爲4cm的末梢枝幹皆可見其寄生。在寄生處樹木的外部膨脹並流出樹液、木屑及蟲糞，樹木的內部則形成穿鑿的孔道，造成流脂、缺邊、疤節、空心、枯梢等傷害，影響林木生長，易風折、嚴重者整株枯死，同時使木材腐朽。成蟲啃食嫩枝梢和葉片，使梢頭枯死，危害性亦很大。

㈡形態

卵：乳白色，長橢圓形，長5.5-7mm，兩端略彎曲，將孵化時，變成黃色。

幼蟲：共分爲5齡。剛孵化幼蟲乳白色，取食後呈淡紅色，頭部褐色。老熟幼蟲身體帶黃色，體長約50mm，頭寬約5mm，頭部褐色，頭蓋1/2縮入胸腔中，其前端黑褐色。觸角3節，淡褐色，較粗短，第2節長寬相等。唇基及上唇淡黃褐色，唇基梯形；上唇半圓形，其邊緣具許多黃褐色細毛；上顎前端黑色，基部黑褐色，下顎鬚3節，褐色，下顎葉較短，不超過下顎鬚第2節的頂端；下顎鬚2節，顏色與下顎相同；前胸大而長，背板後半部顏色較深，呈凸字形，其前緣無深色細邊；前胸腹板主腹片兩側無骨化之卵形斑；小腹片骨化程度弱。中胸最短，腹面與後胸背腹面各具步泡突一個，步泡突中央均有一橫溝。腹部背面可見9節，第10節變爲乳頭狀突起，1-7腹節背腹面各有步泡突一個，背面的泡突中央具二條橫溝，腹面一條。

蛹：體表乳白色至黃白色。體長30-37mm，寬11mm。附肢顏色較淺，觸角前端捲曲呈環形，置於前、中足及翅上。前胸背板兩側各有側刺突一個。背面中央有一條壓痕，翅之尖端達腹部第4節前緣部分，有其褐色絨毛所形成的毛塊各一，第6節上絨毛較少，第8節背板上有一個向上生的棘狀突起；腹面呈尾足狀，其下面及後面有若干黑褐色小刺。

成蟲：體黑色，具光澤，雌蟲體長22-35mm，寬8-12mm；雄蟲體長20-29mm，寬7-10mm。頭部比前胸略小，自後頭經頭頂至唇基有一條縱溝，以頭頂部分最爲明顯。觸角鞭狀，共12節，第1節端部膨大，第2節最小，第3節最長，以後各節逐漸短小，自第3節開始各節基部灰藍色。雌蟲觸角平均長38mm，約體長的1.3倍，最段一節末端灰白色。雄蟲觸角長50mm，約體長的2.5倍，最後一節末端黑色。前胸兩側各有一個刺狀突起，鞘翅上各有大小不同由白色絨毛所組成的斑紋約20個。翅鞘基部光滑無小突起。蟲體腹面密布藍灰色絨毛。腿節、脛節中部及跗節背面具藍灰色絨毛。

㈢相似種類

光肩星天牛的分布、寄主、生態習性與柑桔星天牛（*Anoplophora macularia*）相似，其外形可加以區分的特徵可參表一。

表一、光肩星天牛與柑桔星天牛形態差異

	光肩星天牛	柑桔星天牛
翅鞘基部	光滑，不具瘤狀顆粒	具瘤狀顆粒
翅鞘之白色毛斑	不規則排列	大致排成五橫行
胸面	無毛斑，中瘤不明顯	具3個瘤突，中瘤明顯
前胸背板刺突	細長，末端尖銳	粗短
中胸腹板凸片上瘤突	不明顯	明顯

㈣調查方法

檢視可能攜帶光肩星天牛卵及幼蟲之苗木、種條、幼樹、原木、樹材有無天牛的卵槽、入侵孔的有無、羽化孔、蟲道及活蟲體。

六、移動及分散方式

光肩星天牛飛翔能力弱，無法做長距離飛行，一次飛行平均10-30m，最遠不超過200m。此害蟲原本只分佈於中國大陸、韓國及日本，而美國於1996年首次發現此蟲，推論其原因是輸入含蟲卵或幼蟲的木材所引發。

七、害蟲重要性

㈠經濟上的影響

中國大陸在1977－1987十年間對調查地區林地植株，利用逢機取樣檢視林木被害株數以調查其爲害率，發現不同地區受光肩星天牛的危害由受害株率18%以下的輕度危害

至95%以上的重度危害，但若單以林地被害株率表示，並無法反映實際損失的嚴重性，因其對林木的危害是由族群連續危害所致，其危害損失至少包括：

1.木材降等的損失：例如木材上只要有一個直徑3mm，深度超過10mm的蟲孔，其等級則降爲二等，則價值損失可達25%以上。
2.生長量下降，被光肩星天牛危害後之植株，往往呈現衰弱之樹勢，使生長量亦隨之下降。
3.幼蟲危害木質部及韌皮部之間，被害樹幹樹皮呈掌狀陷落，其危害面積120-214mm²，平均166mm²。
4.林木壽命縮短：光肩星天牛危害健康木時，需要足夠的水分。故乾旱地區一旦發生光肩星天牛危害時，樹木將因蟲道的橫向加長而乾枯及猝死。

此外，光肩星天牛由於其生活隱蔽、成蟲期長、寄主眾多、自然控制能力少、被害植株因耐害性較強或立地環境較佳而長期存活以致蟲源幾乎到處存在及林木的高大等特性，更增防治此蟲的困難。

㈡防治方法

1.耕作防治法

注意清除林地周圍的被害木；種植混交林，例如毛白楊、泡桐、刺槐等不易受害，可與易受害的樹種進行混交；楊樹林間種植綠肥，除促進植株生長外，亦可提高對光肩星天牛之抗性；伐除被害嚴重的樹木和除掉受害已枯萎的樹幹及於林地外集中處理；冬季修枝改爲夏季修枝，以提高樹皮溼度，降低相對溼度，改變光肩星天牛卵的孵化條件，提高初孵化幼蟲的死亡率；注意林地衛生，避免新砍伐的被害木於林地區過夏，對於被害木實行以淡水浸泡40天以上即可殺死樹幹內之所有幼蟲。

2.育種防治

種植如I-69楊(*Populus deltoides* CL. "Lux")、毛白楊(*P. tomentosa*)、50楊(*P. deltoides* CL. "55/65")、I-72楊(*P.* x *euramericana* CL. "San. Martina")、W1-46等樹種，不僅具較高抗性之品種外，又具備良好之生產性能。另可在楊樹林邊緣種植具驅避作用之苦楝，可明顯降低林內之蟲株率。

3.生物防治法

在15-20公頃的防護林中設4-5段巢木，巢木間距100m左右，每年秋季清掃維修一次，以人工招引啄木鳥定居使其發揮良好的防治天牛效果及保護寄生於老熟幼蟲、前蛹、蛹、剛羽化的成蟲及蛹室內老熟的幼蟲而寄生率達40－60%的花絨堅甲(*Dastarcus longulus* Sharp)；利用蟲生病原菌中的蘇利菌(*Bacillus thruingiensis* wengunensis)、線蟲(*Steinernema bibionis*、*S. feltiae*)或蛋白酵素抑制劑(proteinase inhibitors)。

4.化學防治法

可用馬拉松(melathion)加柴油(1:20)溶液點滴於樹幹上，殺死尚未蛀入木質部的幼蟲；或錘擊刻槽，擊殺卵及幼蟲；8月下旬前用稀釋100-200倍之50%撲滅松乳劑(fenitrothion)或稀釋200-400倍之40%大滅松(dimetate)乳劑，其噴藥量以樹幹上有藥液流動爲止，以防木幹內之幼蟲；對於已蛀入木質部的幼蟲可用蘸二硫化碳的棉團塞入已掏淨天牛蛀屑的蛀孔，外敷黃泥以燻殺幼蟲；6月中旬及7月上旬，可用稀釋2500倍之地滅寧(deltamethrin)消滅新羽化的成蟲以防止該蟲的蔓延。對國外輸入之樹材，可參照表二及表三美國海關檢疫局的燻蒸方式加以處理或依據美國環境保護中心(EPA)建議，可用砷劑、硫酸銅、雜酚油、奎林銅劑(copper-8-quinolinate)、陶斯松(chlorpyrifos)、氧化銅劑等防腐劑處理樹材，以杜絕幼蟲隨樹材的入侵。

表二、美國海關檢疫局處理國外輸入樹材之溴化烷燻蒸法

溫度	施藥量	不同施藥時間所需最低濃度(ppm)			
		0.5hr	2.0 hr	4.0 hr	16.0 hr
70°F以上	3 lb/1000 ft³	36	30	27	25
21°C以上	48 g/m³	36	30	27	25
40-69°F	5 lb/1000 ft³	60	51	46	42
4.5-20.5°C	80 g/m³	60	51	46	42

表三、美國海關檢疫局處理國外輸入樹材之磷化氫燻蒸法

溫度	施藥量	72小時的最低濃度(ppm)
40°F以上	33b/1000 ft³	225
4.4°C以上	33b/1000 ft³	225

5.物理防治法

(1)7月是光肩星天牛成蟲活動的盛期，它飛翔能力弱，可用人工於9-13時捕抓正在刻槽的成蟲。
(2)以鐵鎚鎚擊卵粒:光肩星天牛產卵在刻槽的上面，距刻槽中的產卵孔約0.9-1.2mm，可利用小鐵鎚在刻槽上用力敲擊二次，使樹皮破裂，即可將卵粒擊破。
(3)乾燥法：對國外輸入之樹材，可利用加溫的方式使之保持於相對溼度20%以下，可殺死樹材內之幼蟲。

㈢植物檢疫風險

由於光肩星天牛寄主達百餘種，內在生殖潛能高及低遷移之生物學特性，卵及幼蟲易隨木材等管道侵入及缺乏天敵等情形下，此害蟲入侵林地後可建立穩定族群而被美國農部(USDA)列爲檢疫的重要害蟲。美國由1996年首次發現光肩星天牛後，每年所作的防治計劃，幾乎花費5佰萬美元，仍無法降低此蟲的族群密度，更增添此害蟲在檢疫風險上的重要性。

八、植物檢疫方法

在天牛發生嚴重的疫區和保護區之間應嚴格實行檢疫制度。對可能攜帶

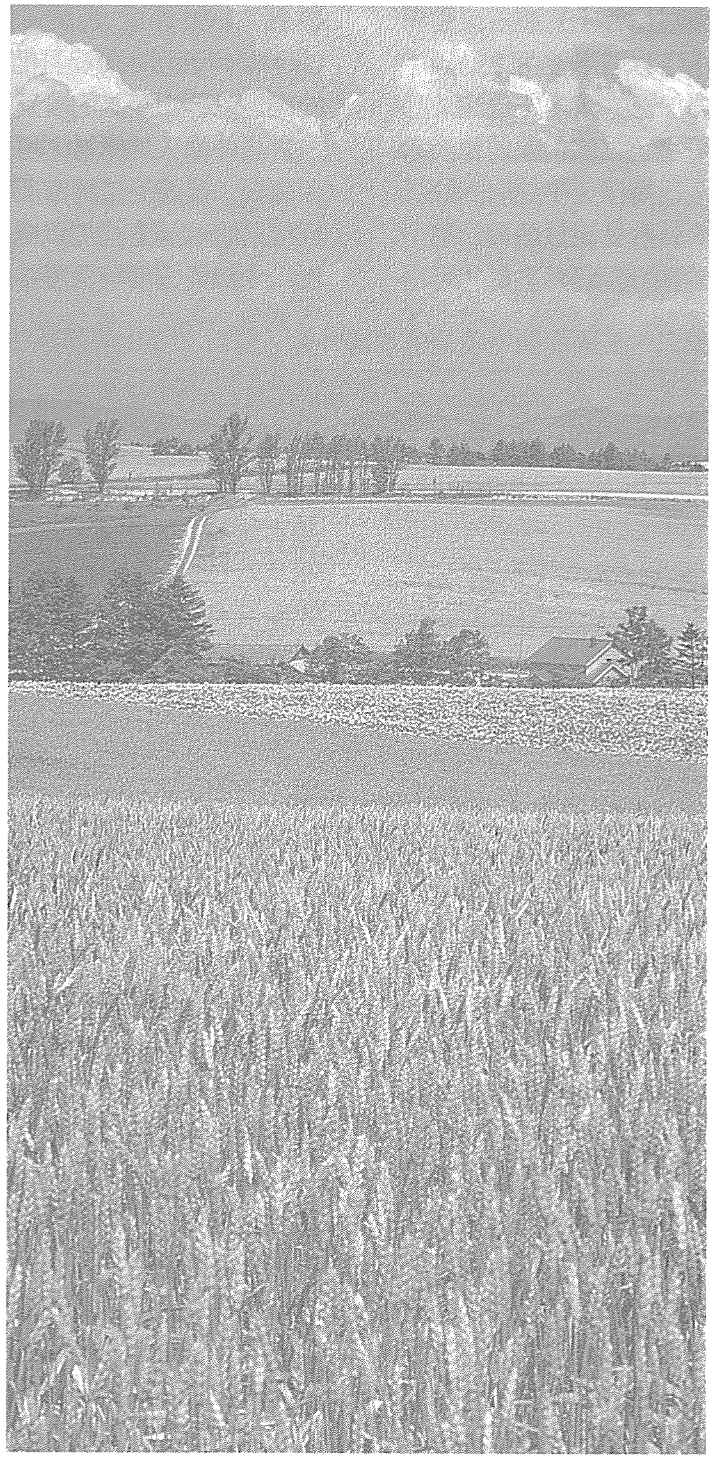
危險性天牛傳播苗木、種條、幼樹、原木、木材實行檢疫。檢驗的項目包括有無天牛的卵槽、入侵孔的有無、羽化孔、蟲道及活蟲體其檢疫程序包括：

㈠報驗：由國外輸入的貨櫃必須具出產國的熱處理、燻蒸處理或防腐處理等証明文件才能進入海關的檢疫單位。

㈡檢驗：報驗後，海關植物檢疫單位人員進行檢驗，對即將輸入之木材抽取一定數量鏡檢並從中再抽取樣品送實驗室檢驗。

㈢處理：經檢驗後若有光肩星天牛者，在檢疫單位監督下，執行檢疫之處理措施。

㈣簽證：檢驗後，如不帶光肩星天牛或其他檢疫害蟲者，由檢疫單位發植物檢疫許可証，如帶光肩星天牛或其他檢疫害蟲者，經處理後合格者才能發許可証，無法進行消毒處理者，不得入境。



水稻收穫時葉片之光學特性初探

◎農試所農藝系　吳惠如[1] 楊純明[2] 蘇慕容[3]

本項研究報告旨在初探水稻臺農67號收穫時葉片光學特性，以瞭解稻株葉片穿透比、反射比及吸收比之相對關係，並藉以比較劍葉及其下一位葉之光學特性差異和在光合代謝生理上之意義。根據初步試驗結果，發現稻株葉片對不同波長(段)入射光的反應不一，其穿透、反射及吸收的比例自不相等。一般言，在波長較短的紫外線波段(350-400nm)，超過90%以上的光能被葉片吸收，穿透及反射的比例甚低(均小於8%)；在可見光波段(400-740nm)，大部分的入射光能被葉片吸收(至少40%以上)，部分各別被穿透(小於25%)或反射(小於35%)；在波長較長的近紅外光波段(740-1100nm)，絕大部分的入射光被穿透(至少45%)或反射(大於50%)，被吸收的甚低(小於6%)。此一光學特性，無論劍葉或其下位葉表現類似，而其在反射比上的變化趨勢符合族群植被覆蓋之反射比曲線(Yang and Su, 1998a, 1998b)。試驗結果亦呈現稻株葉片對檢測波長範圍各波帶的穿透、反射及吸收關係和比例，其中劍葉之吸收比(46%)高於其下一位葉者(42%)，而穿透比及反射比則較低，若能另予試驗比對其光合作用速率及光合產物量，將可驗證與解釋劍葉及其下一位葉對入射光源利用上之差異和驗證劍葉在稻株生產上的重要性。

一、前　言

水稻是臺灣地區最重要的糧食作物之一，米食更是臺灣民眾傳統食物。稻作栽培面積幾占全部耕地面積的一半，依據「臺灣農業年報」記載(臺灣農業年報, 1998)，1997年稻田面積約36.4萬公頃，稻穀產量200萬公噸，產值380億元。臺灣地區目前稻作栽培制度大致上採兩期稻作，一般而言，一

1 國立嘉義技術學院農業經營科一年級學生，1999年7月5日至8月1日在行政院農業委員會農業試驗所農藝系實習，本文為其實習成果報告。
2 行政院農業委員會農業試驗所農藝系副研究員，作物逆境研究室主持人
3 行政院農業委員會農業試驗所農藝系助理

期作水稻的生育期間南部地區為一月上旬至六月中旬，中部地區為二月中旬至六月中旬；二期水稻的生育期間，南部地區為七月上旬至十月中旬，中部地區為七月下旬至十一月中旬(楊，1999b)。氣象環境中的光照、日長、氣溫、風、雨水、相對濕度等氣候因子，被認為與水稻的生育密切相關，並影響收穫物的產量與品質。其中，光照的質與量非僅牽動氣候的循環與變動，對水稻的生長與發育更是影響深遠。

太陽光是地球上生物生存及活動的主要起始能量來源，對植物而言，太陽光資源包括了光合作用直接利用的可見光以及具有間接農業意義的紅外線、紫外線在內的全部太陽光輻射。在光合作用上，光照的強弱會左右光合成速率，影響作物的生長、發育和產量。作物生產量中的根、莖、葉、果實、種子等器官，90%以上乃光合作用過程中形成的初級及次級合成產物的蓄積，係藉由光合作用將太陽光輻射的物理能量轉為化學能量；另土壤無機物形成的乾物質占5-10%。因此，單位面積農作物產量的高低，取決於固定太陽光輻射能量的容量與效率。葉片為水稻首要與主要的光合成工廠，因為葉片角度與葉層的光透過率有關，多數研究認為葉片近於直立狀態較佳，而近於水平角度的葉層光透率較小。於是，葉片短而直、葉片間互相遮蔭小者，受光態勢將有利於提高光合效率及穀粒充實。依相同原則做人為調整時，可在插秧時採行適當行株距，以獲得妥當的群落葉片分佈，造成較佳的立體空間容納足夠的光源。

水稻各個生育期對光照的需求與利用不同，營養生長期間以擴增植體為主，遮光(陰)對產量構成要素與產量影響甚微，但是將會阻礙植株的進展。生殖生長期間以繁衍子實為目的，遮光對一穗穎花數有極大影響，並在穀粒成熟期間造成充實率降低而導致減產。稻株對光照的吸收與葉片的受光態勢及吸收效率有關，受光態勢為品種特徵，受到遺傳控制；吸收效率則視葉片光學特性而定，同時受環境及遺傳雙重影響。文獻上甚少有針對水稻葉片光學特性進行研究者，因此究竟稻株葉片光學特性在生育期間如何改變，其與環境的互動關係如何變化，以及光學特性與生理代謝之直接與間接關連如何交感牽引，均有待深入探討與釐清。

作者為瞭解水稻收穫時之葉片光學特性，特進行一簡單試驗，本文即為此項試驗之結果報告。文中將初探收穫適期稻株劍葉及其下位葉之穿透比、反射比及吸收比，觀察對紫外光、可見光及近紅外光反應之差異，並比較不同葉位間之異同，作為未來進一步研究之依據。

二、試驗方法摘要說明

從座落於臺中縣霧峰鄉之行政院農業委員會農業試驗所農場任選1999年一期稻作5株成熟稻株置入塑膠盆內，品種為臺農67號(*Oryza sativa* L. cv. Tainung 67)，取回實驗室檢測劍葉(flag leaf)及其下位葉(the second to flag leaf)之光學特性(optical property)。檢測方法參考Yang & Su (1997, 1998a, 1998b)，摘述如次：利用model LI-1800之攜帶式光譜儀(portable spectroradiometer, LI-COR Inc., Lincoln, Nebraska, USA)以LI-1800-10型石英光纖電纜(quartz fiber-optic probe)連接至LI-1800-12S型外接積分球儀(external integrating sphere)直接測定葉片之穿透比(transmittance, T)及反射比(reflectance, R)，再以A= 1-T-R公式計算吸收比(absorptance, A)，均取平均值為代表值。

LI-1800型光譜儀可以檢測之波長範圍介於350-1100 nm波段，涵蓋包括紫外光(ultraviolet, UV; 350-400 nm)、可見光(visible, VIS; 400-740 nm)及近紅外光(near-infrared, NIR; 740-1100) 等三波帶，波長間隔(解析度)為2 nm，可獲得被測物之高光譜圖譜(hyper-spectral spectrum)。

將350-1100 nm波長範圍之穿透比、反射比及吸收比曲線繪製成圖，以觀察不同波長之變化，並比較紫外光、可見光及近紅外光等三波帶之相對關係。再將劍葉及其下位葉之曲線並列，以對比兩葉片在不同波長之光學特性差異。

三、結果與討論

稻株葉片光學特性是由其化學成分、組織結構及色素組成等共同決定，因此隨著生育進展而異，也將受到環境的影響。所謂光學特性，是指一物體接受入射光源(incident radiation)時光線穿透、反射及吸收的比例，對稻株葉片而言，可以由入射光線的穿透比、反射比及吸收比予以解釋與說明。由圖一水稻臺農67號光學特性圖譜顯示，稻株葉片對不同波長(段)入射光的反應不一，其穿透、反射及吸收的比例自不相等。一般言，在波長較短的紫外線波段(350-400 nm)，超過90%以上的光能被葉片吸收，穿透及反射的比例甚低(均小於8%)；在可見光波段(400-740nm)，大部分的入射光能被葉片吸收(至少40%以上)，部分各別被穿透(小於25%)或反射(小於35%)；在波長較長的近紅外光波段(740-1100 nm)，絕大部分的入射光被穿透(至少45%)或反射(大於50%)，被吸受的甚低(小於6%)。此一光學特性，無論劍葉或其下位葉表現類似，而其在反射比上的變化趨勢符合族群植被覆蓋之反射比曲線(Yang and Su, 1998a, 1998b)。

繼由表一紫外光、可見光及近紅外光等三波帶之各別光學特性分析結果，確認稻株葉片對不同波帶入射光具有不等的穿透、反射及吸收比例。整體而言，紫外光的吸收比最高(劍葉94%，下一位葉95%)，穿透比及反射比均小於4%；可見光的吸收比高於反射比及穿透比，劍葉又大於其下一位葉；近紅外光多被反射(48-49%)或穿透(46-47%)，吸收比皆低於6%。楊(1999a)曾指出典型的水稻族群植被光譜隨著生育進展改變，全生育期光譜曲線在一變異區間內起伏；變異量高低不僅受到周遭環境影響，不同波長的變異程度也不一，且水稻對入射光各波長的反應視波長特性而定。本試驗結果進一步呈現稻株葉片的光學特性，陳列出檢測波長範圍各波帶的穿透、反射及吸收關係，並釐清其比例。有趣的是，試驗結果顯示劍葉之吸收比(46%)高於其下一位葉者(42%)，而其穿透比及反射比則較低，若能另予

試驗比對其光合作用速率及光合成產物量，將可驗證與解釋劍葉及其下一位葉對入射光源利用上之差異。

圖二為劍葉及其下一位葉光學特性的比較，詳細的併列此兩不同葉位水稻葉片在350-1100波長範圍內各波長之穿透比、反射比及吸收比間之差異，整體呈現其光學特性變化。由圖示，劍葉在可見光波帶之吸收比均大於其下一位葉，穿透比及反射比則反之。顯然的，劍葉對於可見光全部波長都有較大的吸收效果，如此將有助於提高本身的光合成效率供給穀粒充實所需的光合產物。此一光學上的特性，不但符合現實，也驗證了劍葉在稻株生產上的重要性。

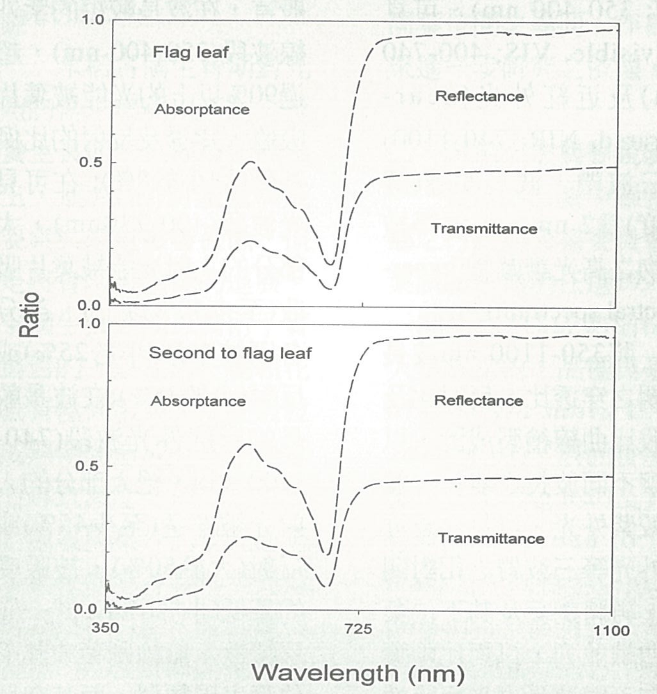
四、結　語

經由檢測作物葉片之光學特性，將可充分瞭解作物對於入射光源的最直接反應，釐清入射光穿透、反射及吸收之相對關係，並可進一步於解釋光合效率及光合產物之生成與蓄積。本文研究初次探討水稻在收穫時位於植冠(canopy)頂端之劍葉及其下一位葉的光學特性，提供了解釋劍葉在光合成及穀粒充實上的重要性佐證，也連結了單葉光學特性及族群光譜之相互關係。

表一、水稻台農67號植株劍葉及其次位葉在紫外光，可見光及近紅外光波段之平均穿透比、反射比及吸收比

波段	穿透比	反射比	吸收比
	----------%	----------	
劍葉次位葉			
紫外光	1	4	95
可見光	28	29	42
近紅外光	46	49	5
劍葉			
紫外光	2	4	94
可見光	24	26	49
近紅外光	47	48	6

UV: 350-400 nm, VIS:400-740 nm, NIR:740-1100 nm



圖一、水稻台農67號收穫時植株劍葉及其次位葉之光學特性

未來若能繼續詳加探討稻株各位葉之光學特性，全生育期間之光學特性變化，不僅可利用於究明水稻光合代謝機制，更能延廣應用於光合成之模式化及稻株之生長模式，頗具研究價值與意義。

引用文獻

楊純明. 1999a. 第十章以遙測技術探討環境對水稻生產之影響. p.161-179. 環境與稻作生產. 楊純明主編. 臺灣省農業試驗所/中華農業氣象學會出版, 臺中縣霧峰鄉. 191pp.

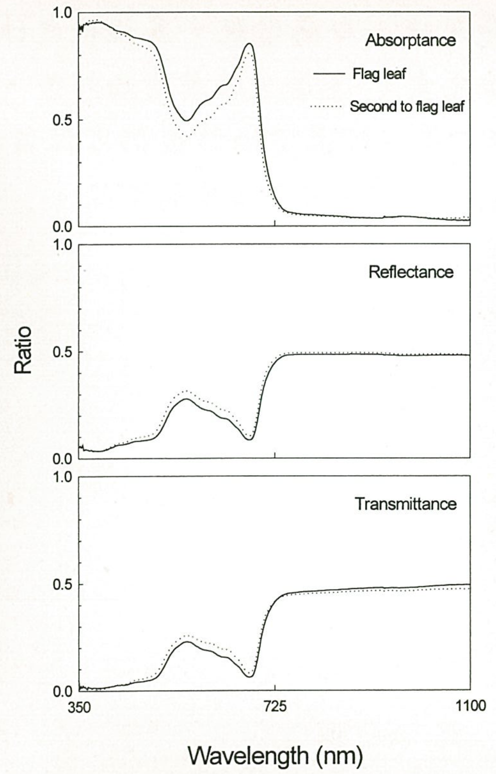
楊純明 主編. 1999b. 環境與稻作生產. 臺灣省農業試驗所/中華農業氣象學會出版, 臺中縣霧峰鄉. 191pp.

臺灣農業年報. 1998. p.24-25. 民國八十七年版臺灣農業年報. 臺灣省政府農林廳出版, 南投縣中興新村.

Yang, C.-M. and M.-R. Su. 1997. Analysis of reflectance spectrum of rice canopy. (in Chinese) Chinese J. Agromet. 4:87-95.

Yang, C.-M. and M.-R. Su. 1998a. Seasonal variations of reflectance spectrum and vegetation index in rice vegetation cover. p.574-593. In: Proceeding of the 3rd Asian Crop Science Conference. April 27-May 2, 1998. Chinese Society of Agronomy. Taichung, Taiwan.

Yang, C.-M. Yang and M.-R. Su. 1998b. Correlation of spectral reflectance to growth of rice vegetation. p.A-1-1-A-1-6. In: Proceedings of the 19th Asian Conference on Remote Sensing. November 16-20, 1998. National Mapping and Resource Information Authority and Asian Association on Remote Sensing. Manila, Phillipnes.



圖二、水稻台農67號收穫時植株劍葉及其次位葉光學特性之比較